

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-175772

(P2002-175772A)

(43)公開日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

|                           |       |               |             |
|---------------------------|-------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード(参考)   |
| H 01 J 37/317             |       | H 01 J 37/317 | Z 4 K 0 2 9 |
| C 23 C 14/48              |       | C 23 C 14/48  | Z 5 C 0 3 4 |
| H 01 L 21/265             | 6 0 2 | H 01 L 21/265 | 6 0 2 B     |
|                           |       |               | 6 0 2 C     |
|                           |       |               | 6 0 2 Z     |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

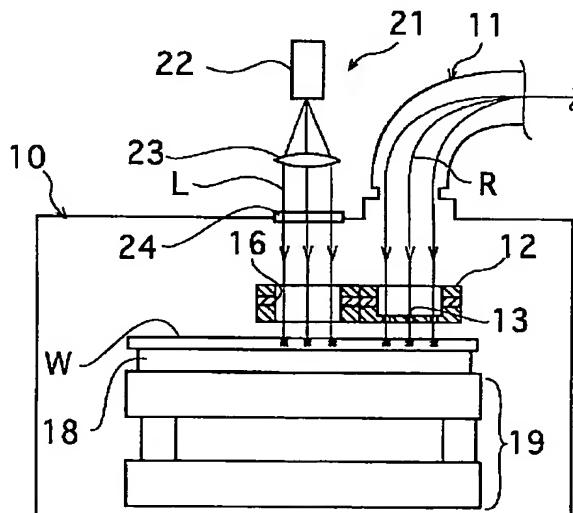
|          |                             |  |
|----------|-----------------------------|--|
| (21)出願番号 | 特願2000-372068(P2000-372068) | (71)出願人 000231464<br>株式会社アルバック<br>神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地                                       |
| (22)出願日  | 平成12年12月6日 (2000.12.6)      | (72)発明者 西橋 勉<br>神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空<br>技術株式会社内   |
|          |                             | (72)発明者 榎本 和浩<br>神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 日本真空<br>技術株式会社内  |
|          |                             | (74)代理人 100072350<br>弁理士 飯坂 泰雄<br>F ターム(参考) 4K029 AA06 AA24 CA10 GA01 HA03<br>50034 CC07 |

(54)【発明の名称】 イオン注入装置およびイオン注入方法

(57)【要約】

【課題】 イオン注入装置で半導体基板の特定領域にイオン注入を施した後、間を置かずに特定領域の熱処理を施し得るイオン注入装置およびイオン注入方法を提供すること。

【解決手段】 エンドステーション10内で注入領域制限マスク12の開口部13を通過するイオンビームによって特定領域にイオン注入すると同時に、注入領域制限マスク12の開口部16を通過するレーザービームLによって、既にイオン注入された特定領域を熱処理する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンドステーション内の半導体基板に対し極近接して配置され、イオンビームを通過させる第一開口部を備えた注入領域制限マスクと、前記注入領域制限マスクを介して前記半導体基板の特定領域にイオンを注入するイオン注入手段とを有するイオン注入装置において、

前記エンドステーション内に、イオン注入の終了した前記特定領域の熱処理手段が設けられていることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項2】 前記熱処理手段がレーザービームまたは電子ビームによる加熱である請求項1に記載のイオン注入装置。

【請求項3】 前記注入領域制限マスクに前記第一開口部と近接して前記レーザービームまたは電子ビームを通過させる第二開口部が設けられている請求項1に記載のイオン注入装置。

【請求項4】 前記イオン注入に要する時間と前記熱処理に要する時間とをほぼ同等とされている請求項3に記載のイオン注入装置。

【請求項5】 イオン注入装置のエンドステーション内で、半導体基板に対して極近接して配置され、イオンビームを通過させる第一開口部を備えた注入領域制限マスクを介し前記半導体基板の特定領域にイオン注入を行うイオン注入方法において、

イオン注入の終了した前記特定領域を前記エンドステーション内で熱処理することを特徴とするイオン注入方法。

【請求項6】 前記熱処理にレーザービームまたは電子ビームを使用する請求項5に記載のイオン注入方法。

【請求項7】 前記レーザービームまたは電子ビームを前記注入領域制限マスクの前記第一開口部に近接して設けた第二開口部を通過させて熱処理する請求項5に記載のイオン注入方法。

【請求項8】 前記イオン注入に要する時間と前記熱処理に要する時間とをほぼ同等とする請求項7に記載のイオン注入方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はイオン注入装置およびイオン注入方法に関するものであり、更に詳しくは、半導体基板のイオン注入された特定領域を熱処理し得るイオン注入装置およびイオン注入方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子の製造に際しては、ソースやドレインの形成、ないしはウエルやチャンネルの形成のために、半導体基板の特定領域に不純物イオンを注入してドーピングすることは不可欠の技術となっている。この時、イオンを高いエネルギーに加速して注入するので

半導体基板の結晶は損傷を受けるが、その損傷の修復と、注入されたイオンの活性化のために熱処理が必要であり、600°C程度の温度に加熱することが行われている。この加熱によって不純物イオンは活性化されるが、形成された微小な格子欠陥は残留し、600°C以上の温度にすると加熱によって却って結晶に二次欠陥を招き易いことから、高精度の技術による熱処理を必要としている。

【0003】 例えば、特開2000-3881号公報においては、半導体基板に近接して配置したステンシルマスクを介してイオン注入を施すイオン注入装置が開示されている。このイオン注入装置は、有機高分子膜であるレジストマスクを使用することなくイオン注入が必要な領域のみイオンビームを照射することができるため、その装置のエンドステーションでイオン注入を行った後、エンドステーションに隣接された熱処理室へ半導体基板を真空中に搬送して、100°C/秒以上の速度で昇温させ、600°C~1100°Cの温度で1~30秒間の加熱を行う方法が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の特開2000-3881号公報による方法では、半導体基板の全面にイオン注入を完了した後でなければ熱処理に移れないので、半導体基板内の各チップにステンシルマスクを介して同一条件のイオン注入を施す場合であっても、最初にイオン注入したチップと最後にイオン注入したチップとではイオン注入から熱処理までの時間が異なる。また、チップ毎に異なるイオン注入を行い、そのイオン注入毎に熱処理を施すことが必要な場合には、半導体基板をイオン注入装置へ装入してから取り出すまでに長時間を要し、イオン注入工程におけるスループットを甚だしく低下させることが予想される。

【0005】 本発明は上述の問題に鑑みてなされ、半導体基板の特定領域にイオン注入を施した後、間を置かずしてイオン注入された特定領域を熱処理することができるイオン注入装置およびイオン注入方法を提供することを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の課題は請求項1または請求項5の構成によって解決されるが、その解決手段を説明すれば、次の如くである。

【0007】 請求項1のイオン注入装置は、エンドステーション内の半導体基板に対し極近接して配置され、イオンビームを通過させる第一開口部を備えた注入領域制限マスクと、注入領域制限マスクを介して半導体基板の特定領域にイオンを注入するイオン注入手段とを有するイオン注入装置において、エンドステーション内に、イオン注入の終了した特定領域の熱処理手段が設けられている装置である。このようなイオン注入装置は、イオン注入が終了した半導体基板の特定領域をエンドステーシ

ヨン内で熱処理することができるので、イオン注入から熱処理までの時間のバラツキを短くし得るほか、半導体基板をイオン注入装置へ装入してから取り出すまでの時間を短くすることができる。請求項1に從属する請求項2のイオン注入装置は、熱処理手段がレーザービームまたは電子ビームによる加熱である装置である。このようなイオン注入装置は、ビーム径を任意の大きさに絞って特定領域のみを熱処理することができる。

【0008】請求項1に從属する請求項3のイオン注入装置は、注入領域制限マスクに第一開口部と近接してレーザービームまたは電子ビームを通過させる第二開口部が設けられている装置である。このような装置は、注入領域制限マスクの第一開口部の直下でイオン注入した特定領域を第二開口部の直下へ移動させて熱処理し得るほか、第一開口部で新しい特定領域にイオン注入し、イオン注入の終了した特定領域を第二開口部で熱処理するようにして、イオン注入と熱処理とを同時に並行して行うことが可能である。請求項3に從属する請求項4のイオン注入装置は、イオン注入に要する時間と熱処理に要する時間とをほぼ同等とされている装置である。このような装置は、特定領域へのイオン注入と既にイオン注入されている特定領域の熱処理とを同時に並行して行うことができる、イオン注入工程を格段に合理化する。

【0009】請求項5のイオン注入方法は、イオン注入装置のエンドステーション内で、半導体基板に対して極近接して配置され、イオンビームを通過させる第一開口部を備えた注入領域制限マスクを介し半導体基板の特定領域にイオン注入を行うイオン注入方法において、イオン注入の終了した特定領域をエンドステーション内で熱処理する方法である。このようなイオン注入方法は、半導体基板の特定領域へのイオン注入と、イオン注入された特定領域の熱処理を同一のエンドステーション内で行うのでイオン注入工程を合理化させる。請求項5に從属する請求項6のイオン注入方法は、熱処理にレーザービームまたは電子ビームを使用する方法である。このようなイオン注入方法は、レーザービームまたは電子ビームのビーム径を任意の大きさに絞って特定領域のみを熱処理することができ、熱処理工程のエネルギー効率を高める。

【0010】請求項5に從属する請求項7のイオン注入方法は、レーザービームまたは電子ビームを注入領域制限マスクの第一開口部に近接して設けた第二開口部を通過させて熱処理する方法である。このようなイオン注入方法は、イオン注入と熱処理とを同時に並行して行うこと可能とし、イオン注入工程を合理化する。請求項7に從属する請求項8のイオン注入方法は、イオン注入に要する時間と前記熱処理に要する時間とをほぼ同等とする方法である。このようなイオン注入方法は、特定領域へのイオン注入と既にイオン注入されている特定領域

の熱処理とを同時に並行して行うことができる、イオン注入工程を格段に合理化する。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明のイオン注入装置およびイオン注入装置は、上述したように、半導体基板の特定領域へのイオン注入が行われるエンドステーション内に、イオン注入された特定領域の熱処理手段が設けられている装置である。

【0012】熱処理手段は特に限定されないが、適切な熱処理を、可及的に1秒以下、具体的にはイオン注入の1ショットに要する時間と同等の時間で熱処理し得るものであることが望ましい。短時間の熱処理手段としては、加熱用フラッシュランプ（またはヒーター）の輻射によるミリ秒単位の熱処理を採用し得る。そのほか、ビーム径を絞ってイオン注入された特定領域のみを加熱し得るという点では、レーザービームや電子ビームによる熱処理が好ましい。

【0013】レーザービームは紫外線領域のエキシマレーザーから赤外線領域のYAGレーザー、炭酸ガスレー

20 ザまで広い波長範囲から選択することが出来る。すなわちMOSトランジスタにおける深さ0.2μm以下の浅いpn接合の形成にイオン注入した場合の熱処理には、表面部分のみに作用する紫外線領域のエキシマレーザーであってもよいが、イオンビームがこれより深い部分へ打ち込まれている場合には赤外線領域のレーザーによる熱処理が必要になる。YAGレーザーは連続発振とパルス発振が可能であり、浅いpn接合の熱処理に対しても問題なく適用し得る。

【0014】図1はイオン注入装置におけるエンドステーションの一例を示す図であり、図1のAは、エンドステーション10内のX-Y-Zステージ19上の基板保持部18に半導体基板Wが固定されており、この半導体基板Wに対してイオン注入手段11のイオンビームRによって上方からイオンが注入されている状態を示している。すなわち、イオンビームRは図示を省略した部分に保持されている注入領域制限マスク12の開口13を通過して半導体基板Wに到達する。従って半導体基板Wには、注入領域制限マスク12の開口13に対応する部分にイオンが注入される。そして、エンドステーション10の左側の部分にはレーザービームLによる加熱手段21が設置されている。

【0015】加熱手段21は、レーザー発振機22、ビームを並行化させるコリメータレンズ23からなり、エンドステーション10の天井面に設けられている透明窓24を透過し、図示を省略した部分に保持されている照射枠25を経て照射されるようになっている。照射枠25の開口は注入領域制限マスク12の最大開口（1チップ程度の大きさ）に対応している。（なお、照射枠25にはイオン注入時の注入領域制限マスク12の開口13と全く同様な開孔を形成し、イオン注入された特定領域

のみを熱処理しても良い。) そして、図1のBは、イオン注入の終了した半導体基板WがX-Y-Zステージ19によってレーザー発振機22の直下に移動され、レーザービームLで熱処理されている状態を示す。なお、図1においては、熱処理手段としてレーザービームLを示したが、これ以外の熱処理手段を採用してもよいことは言うまでもない。

【0016】熱処理をエンドステーション10内で行うとしても、図1に示したように、イオン注入手段と熱処理手段とが離れている場合には、それらの間をX-Y-Zステージ19が移動することを必要とする。熱処理手段の容積によっては、然るべき距離も必要であるが、熱処理手段がコンパクトである場合には、図2に示すように、注入領域制限マスク12にイオン注入用の開口13のほかに、熱処理用の開孔16を設けることによって、X-Y-Zステージ19の移動距離を短くすることが出来る。図2には図1と同様な符号を付している。このことは後述の図3においても同様である。すなわち、図2のAは、半導体基板Wの特定領域にイオン注入されている状態を示し、図2のBはイオン注入の終了した半導体基板WがX-Y-Zステージ19によって左方のレーザー発振機22の直下まで移動され、イオン注入された特定領域がレーザービームLで熱処理されている状態を示す。

【0017】図2で示したような熱処理であっても、イオン注入と熱処理とが交互に行われる所以、効率のよい作業とはなっていない。これに対して、図3に示すように、注入領域制限マスク12の開口13によってイオン注入を行い、同時に図1の照射枠25に対応する開口16によってレーザーを照射して、先にイオン注入の終了している特定領域に熱処理を施すことができ、イオン注入工程の効率を大幅に向上させることが出来る。

【0018】図3に示したイオン注入と熱処理とを並行して行っても、例えば熱処理に要する時間がイオン注入に要する時間より長ければ、熱処理が律速因子となり、イオン注入が終了しても熱処理が終了するまでは次のステップへ移れない。すなわち、イオン注入の所要時間と熱処理の所要時間とをマッチングさせることによりイオン注入工程の生産性を飛躍的に向上させることができる。そして、このマッチングは例えばYAGレーザーのパルス発振または連続発振におけるワット数、およびパルス発振の場合のパルス間隔を調整することによって得られる。なおB'イオンまたはA'sイオンのイオン注入によって形成された浅いpn接合に対して7~7.5Wの連続発振のレーザーを1秒照射して、従来の電気炉による900°C、20minの熱処理と同等の熱処理効果が得られている。

【0019】以上、本発明の実施の形態について説明したが、勿論、本発明はこれに限られることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0020】例えば本実施の形態においては、加熱手段としてレーザービームを例示したがビーム径を絞り得るという点では電子ビームも使用し得る。また本実施の形態においては、加熱手段としてレーザービームを使用する場合を説明したが、レーザービームLと共に、他の加熱手段、例えばフラッシュランプによる加熱を併用するようにしてもよい。

【0021】

【発明の効果】本発明のイオン注入装置とイオン注入方法は以上に説明したような形態で実施され、次に述べるような効果を奏する。

【0022】請求項1のイオン注入装置によれば、イオン注入装置のエンドステーションでイオン注入された半導体基板の特定領域が、同じエンドステーション内で熱処理されるので、イオン注入から熱処理までの時間が短縮され、イオン注入工程を合理化させる。請求項2のイオン注入装置によれば、熱処理がレーザービームまたは電子ビームで行われるので、ビーム径を任意の大きさに絞ってイオン注入された特定領域のみを熱処理することができエネルギー効率の高いイオン注入が可能である。

【0023】請求項3のイオン注入装置によれば、注入領域制限マスクのイオンビームを通過させる第一開口に近接してレーザービームLまたは電子ビームを通過させる第二開口部が設けられているので、新しい特定領域へのイオン注入と既にイオン注入された特定領域の熱処理とを並行して実施することができ、イオン注入工程を大幅に合理化させる。請求項4のイオン注入装置によれば、イオン注入の所要時間と熱処理の所要時間がほぼ同等とされているので、イオン注入と熱処理との何れかに待ち時間を生ずることなく処理することができ、イオン注入工程を一層合理化させる。

【0024】請求項5のイオン注入方法によれば、イオン注入装置のエンドステーションでイオン注入された半導体基板の特定領域に同じエンドステーション内で熱処理を施すので、イオン注入から熱処理までの時間が短縮され、イオン注入工程が合理化される。請求項6のイオン注入方法によれば、熱処理にレーザービームLまたは電子ビームを使用するので、ビーム径を絞ってイオン注入された特定領域のみを熱処理することができ、イオン注入のエネルギー効率を高めることができる。

【0025】請求項7のイオン注入方法によれば、注入領域制限マスクのイオンビーム用第一開口部に近接して設けられた第二開口部を通過するレーザービームLまたは電子ビームによって熱処理するので、新しい特定領域へのイオン注入と既にイオン注入された特定領域の熱処理とを並行して実施することができ、イオン注入工程が大幅に合理化される。請求項8のイオン注入方法によれば、イオン注入の所要時間と熱処理の所要時間がほぼ同等とされているので、イオン注入と熱処理との何れかに待ち時間を生ずることなく処理することができ、イオン

注入工程が一層合理化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】イオン注入手段と熱処理手段とが設けられたエンドステーションの構成図であり、Aは特定領域にイオン注入されている状態、Bはイオン注入の終了した特定領域に熱処理が施されている状態を示す。

【図2】注入領域制限マスクのイオンビームの第一開口部に近接してレーザービームLの第二開口部が設けられており、Aはそのマスクによってイオン注入されている状態、Bは半導体基板が移動されAでイオン注入された特定領域に熱処理がほどこされている状態を示す。

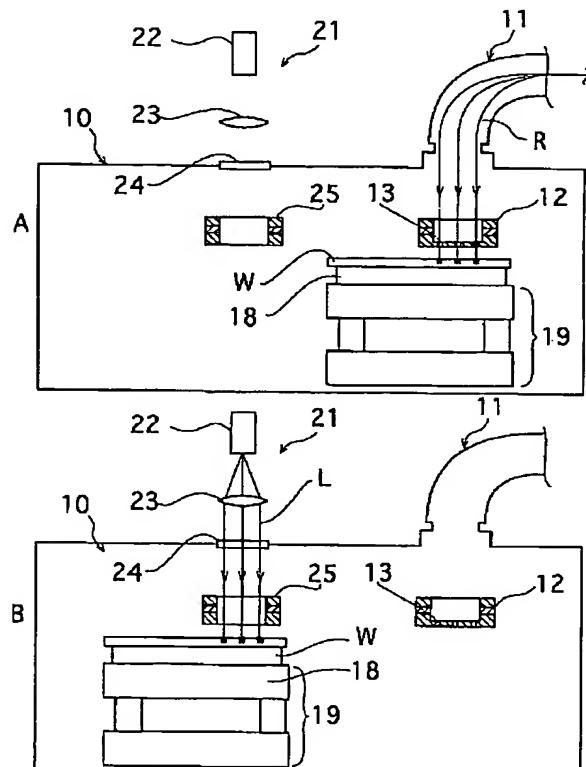
【図3】図2の注入領域制限マスクによって、新しい特定領域にイオン注入が行われ、既にイオン注入された特\*

\*定領域が熱処理されている状態を示す。

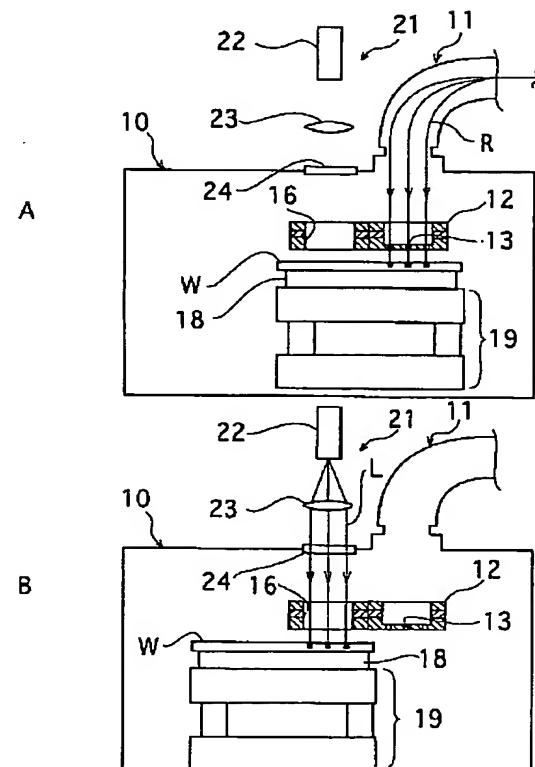
【符号の説明】

- 11 イオン注入手段
- 12 注入領域制限マスク
- 13 開口
- 16 開口（熱処理用）
- 21 热処理手段
- 22 レーザー発振器
- 23 コリメータレンズ
- 24 透明窓
- 25 照射枠
- L レーザービーム
- W 半導体基板

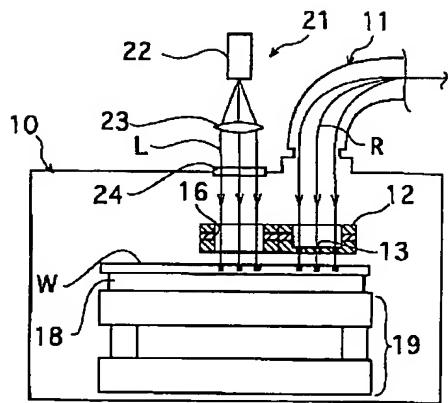
【図1】



【図2】



【図3】




---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 L 21/265

識別記号  
603

F I  
H 01 L 21/265

「マコト」(参考)  
603C